



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
Institute of Geodesy

# ÚČELOVÁ MAPA NOVÉ OBYTNÉ ČTVRTI V NOVÉ DUBNICI

THEMATIC MAP OF URBAN PART IN NOVÁ DUBNICA

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

ANDREJ SLIŠKA

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ VONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2016



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3646 Geodézie a kartografie
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3646R003 Geodézie a kartografie
<b>Pracoviště</b>	Ústav geodézie

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Andrej Sliška
<b>Název</b>	Účelová mapa nové obytné čtvrti v Nové Dubnici
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
<b>Datum zadání bakalářské práce</b>	30. 11. 2015
<b>Datum odevzdání bakalářské práce</b>	27. 5. 2016
V Brně dne 30. 11. 2015	

.....  
doc. RNDr. Miloslav Švec, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

Fišer Z., Vondrák J.: Mapování II, CERM Brno, 2004

Bartoněk D.: Počítačová grafika, Brno 2000

Bartoněk D.: Vybrané kapitoly z počítačové grafiky, Brno 2002

Anderson J. M., Mikhail E. M.: Surveying, Theory and Practice, WCB McGraw - Hill, 1998

Kahmen H.: Angewandte Geodasie Vermessungs-kunde, Walter de Gruyter and Co., Berlin, 2006

## **Zásady pro vypracování**

V lokalitě Nová Dubnica vybudujte měřickou síť pro podrobné zaměření. Síť připojte do závazných referenčních systémů prostřednictvím bodů státního bodového pole. Realizujte podrobné měření tachymetrickou metodou. Získaná data zpracujte a na jejich základě vyhotovte tachymetrický plán. Výstupy práce připravte pro případné předání k tvorbě DMT.

## **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).
- 3.

.....

Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Cieľom tejto bakalárskej práce je vyhotovenie mapy obsahujúcej výškopis a polohopis časti obytnej štvrte Dlhé Diely a časti ulice Topoľová, pre účely Ing. Mateja Reháka. Mapa bude použitá, z polovice ako dokumentácia skutočného prevedenia stavby a z polovice ako predprojektové zameranie skutočného stavu. Práca sa venuje aj teoretickým základom použitých mapovacích metód a opisu samotného pracovného postupu. Mapa je vyhotovená v mierke 1:1000.

## **Klíčová slova**

účelová mapa, tachymetria, GNSS, Nová Dubnica, Dlhé Diely

## **Abstract**

The main object of this bachelor thesis is the design of a thematical map, containing topography and alimetry of a part of a new urban district Dlehé Diely, and a part of the Topoľová street, for Ing. Matej Reháks purpose. Half of the map will be used as a realisation document and half as a pre-project document. The thesis also discusses the theoretical basis of used mapping methods and describes workflow. The map is made to scale 1:1000.

## **Keywords**

thematical map, tacheometry, GNSS, Nová Dubnica, Dlhé Diely

### **Bibliografická citace VŠKP**

Andrej Sliška *Účelová mapa nové obytné čtvrti v Nové Dubnici*. Brno, 2016. 45 s., 11 příl.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie.  
Vedoucí práce Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

**Prehlásenie:**

Prehlasujem, že som bakalársku prácu spracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje.

V Brne dňa 26.5.2016

.....  
podpis autora  
Andrej Sliška

## **Pod'akovanie**

Chcel by som vyjadriť úprimnú vďaku za podporu a pomoc ľuďom, ktorí mi pomáhali pri tvorbe bakalárskej práce. V prvom rade ďakujem vedúcemu práce Ing. Jiřímu Vondrákovi, Ph.D. za odborné a cenné rady a ochotu, spolužiakom, za pomoc pri meraní a v neposlednom rade mojím rodičom a blízkej rodine, ktorí mi umožnili študovať.

# Obsah

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>2. MESTO NOVÁ DUBNICA A LOKALITA ZÁUJMU .....</b>	<b>11</b>
2.1. Nová Dubnica .....	11
2.2. Dlhé Diely .....	13
<b>3. TEORETICKÉ ZÁKLADY .....</b>	<b>15</b>
3.1. GNSS .....	15
3.1.1. Určenie polohy bodu .....	17
3.1.2. RTK .....	18
3.1.3. SKPOS .....	18
3.2. Tachymetria .....	19
3.2.1. Meranie dĺžok .....	20
3.2.2. Znázornenie výškopisu .....	20
<b>4. PRÍPRAVNÉ PRÁCE .....</b>	<b>22</b>
4.1. Rekognoskácia lokality .....	26
4.2. Rekognoskácia bodového poľa .....	23
4.3. Voľba prístrojov a pomôcok .....	23
<b>5. MERAČSKÉ PRÁCE .....</b>	<b>22</b>
5.1. Tvorba pomocnej meračskej siete .....	26
5.1.1. Overenie výšok .....	29
5.2. Meranie podrobných bodov .....	30
<b>6. SPRACOVANIE MERANIA .....</b>	<b>32</b>
6.1. Číslovanie bodov .....	32
6.2. Výpočtové práce .....	32
6.2.1. Testovanie presnosti .....	34
6.2.1.1. Testovanie presnosti polohy .....	34
6.2.1.2. Testovanie presnosti výšok .....	36
6.3. Tvorba mapy .....	37
<b>7. ZÁVER .....</b>	<b>39</b>
<b>8. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>	<b>40</b>
<b>9. ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATEK .....</b>	<b>42</b>
<b>10. ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK .....</b>	<b>43</b>
10.1. Zoznam obrázkov .....	43



10.2. Zoznam tabuliek .....	44
<b>11. ZOZNAM PRÍLOH .....</b>	<b>45</b>

# 1. ÚVOD

V meste Nová Dubnica, ktoré sa nachádza v Trenčianskom kraji a v Ilavskom okrese, je od roku 2014 budovaná nová obytná štvrť, Dlhé Diely. Približne polovicu buduje samotné mesto Nová Dubnica a druhú polovicu buduje, a pozemky vlastní spoločnosť NETURE BAU spol s.r.o. Práve časťou štvrte Dlhé Diely, patriacej spoločnosti NETURE BAU spol s.r.o. sa zaoberá táto bakalárska práca. Konkrétne vyhotovením mapy v mierke 1:1000 a vo formáte dgn. Pre stanovenie presnosti mapy bola zvolená 3. trieda presnosti, podľa ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy.*

Z časti ide o dokumentáciu skutočného prevedenia stavby, predovšetkým komunikácií. Z časti je predmetom mapovania Topoľová ulica, konkrétne oblasť garáží, kde bude projektovaná nová príjazdová cesta na Dlhé Diely.

Práca sa zaoberá predstavením lokality, mesta Nová Dubnica a jeho stručnou históriou. Ďalej práca pojednáva o teoretických základoch metód, použitých pre vyhotovenie mapy, o vykonávaní meračských činností a činnosti spojených s nimi a napokon o samotnom spracovaní nameraných dát. Mapa je vyhotovená v súradnicovom systéme Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S – JT SK) a vo výškovom systéme Balt po vyrovnaní (Bpv). K získaniu informácií o polohe bodov boli použité ako terestrické, tak družicové metódy. Následné spracovanie nameraných dát bolo vykonávané v programe Groma v.11. a samotná kresba bola vyhotovená v programe Microstation V8i.

## **2. MESTO NOVÁ DUBNICA A LOKALITA ZÁUJMU**

### **2.1. Nová Dubnica**

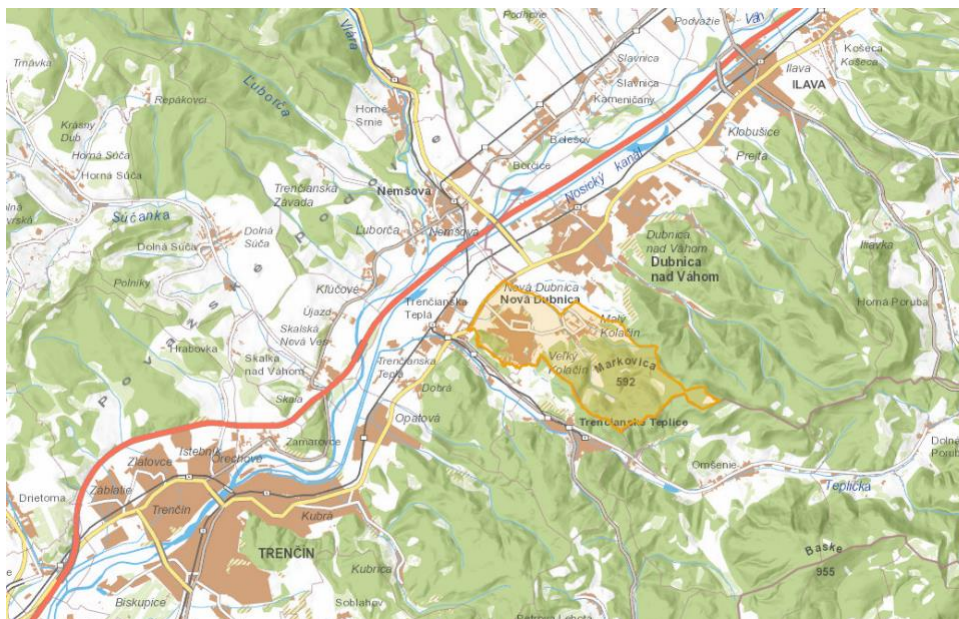
Mesto Nová Dubnica leží na severozápade Slovenska, na Strednom povazí. Administratívne spadá do Trenčianskeho kraja a Ilavského okresu. Nachádza sa trinásť kilometrov severovýchodne od krajského mesta Trenčín.

Poloha mesta je atraktívna ako pre bývanie, tak pre podnikanie. Nová Dubnica sa nachádza na úpätí Strážovských vrchov, v bezprostrednej blízkosti toku rieky Váh, hlavného železničného ťahu Bratislava - Košice a diaľnice D1, po ktorej to do hlavného mesta Slovenska, automobilom trvá asi hodinu.

Územie mesta sa rozprestiera na troch katastrálnych územiach, ktorých rozloha je spolu 1125 hektárov. Ide o katastrálne územia Nová Dubnica (číslo K. Ú.: 841757), Malý Kolačín a Veľký Kolačín. [1]

Podľa Štatistického úradu Slovenskej Republiky, dosahoval počet obyvateľov mesta ku 31. 12. 2014, počet 11 262. S hustotou zaľudnenia asi 1000 obyvateľov na jeden km<sup>2</sup>, patrí mesto k najhustejšie zaľudneným na Slovensku. [2]

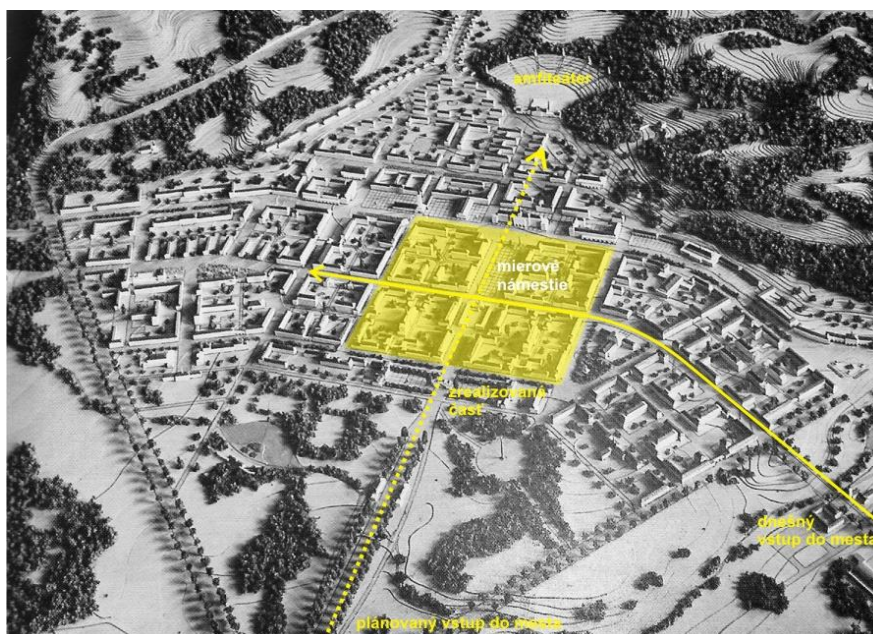
Atraktivitu mesta okrem výhodnej polohy zvyšuje aj fascinujúca príroda, množstvo hradov a kultúrnych pamiatok v blízkom okolí a iba 2 kilometre vzdialené kúpeľné mesto Trenčianské Teplice.



Obrázok č. 1 Poloha Novej Dubnice [3]

Nová Dubnica vznikla v súvislosti s expanziou strojárskych závodov v susednej Dubnici nad Váhom, ako sídlisko pre ľudí migrujúcich za prácou. V tej dobe, bolo v Dubnických Závodoch ťažkého strojárstva zamestnaných približne 15 000 ľudí a v Závodoch všeobecného strojárstva asi 3000 ľudí.

Dubnica nad Váhom tak patrila medzi najpriemyselnejšie mestá na Slovensku a súčasne ku najväčším výrobcom v Československej Socialistickej Republike, v zbrojárskej výrobe.



Obrázok č. 2 Návrh J. Krohu [4]

História Novej Dubnice je preto krátka a datuje sa do 50. rokov minulého storočia.

Výstavba začala v roku 1951 podľa projekčného návrhu vypracovaného umeleckým ateliérom architekta Jiřího Krohu. [5]

Kompletnú víziu sa však zrealizovať nepodarilo. Návrhu odpovedá iba centrum, ktoré tvorí námestie s obytnými domami a podlúbiami, pod ktorými sa sústreďujú obchody, a niektoré príľahlé budovy.



*Obrázok č. 3 Nová Dubnica dnes [6]*

V roku 1957 sa stalo sídlisko spadajúce pod Dubnicu nad Váhom samostatnou obcou a v roku 1960 jej bol udelený štatút mesta. V roku 1971 bola k mestu pripojená susedná obec Kolačín. [5]

## **2.2. Dlhé diely**

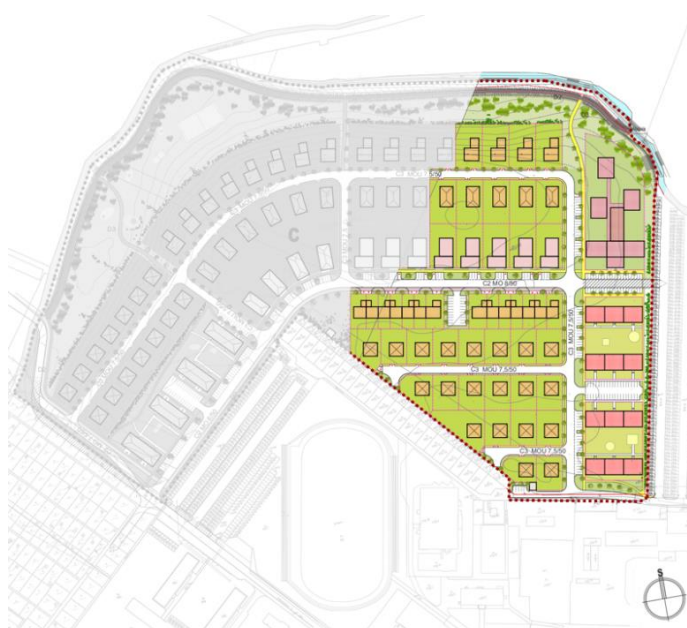
Lokalita Dlhé diely sa nachádza v severnej časti Novej Dubnice.

V roku 2006 začal iniciatívou majiteľov súkromných pozemkov v danej lokalite vznikať projekt „Dlhé Diely Nová Dubnica“. Územný plán zóny bol schválený v roku 2012 na základe urabistickej štúdie. [7]





*Obrázok č. 4 Mapovaná časť Dlhých Dielov [8]*



*Obrázok č. 5 Plán výstavby [7]*

Územie Dlhé Diely je z hľadiska vlastníckych vzťahov rozdelené do dvoch, bezprostredne na seba naväzujúcich častí. Celé územie sa rozkladá na ploche o približnej výmere 14 hektárov. Viac ako polovicu územia vlastní mesto Nová Dubnica. Ostatná časť je vo vlastníctve súkromných majiteľov a práve táto časť je predmetom mapovania.

### 3. TEORETICKÉ ZÁKLADY

#### 3.1. GNSS

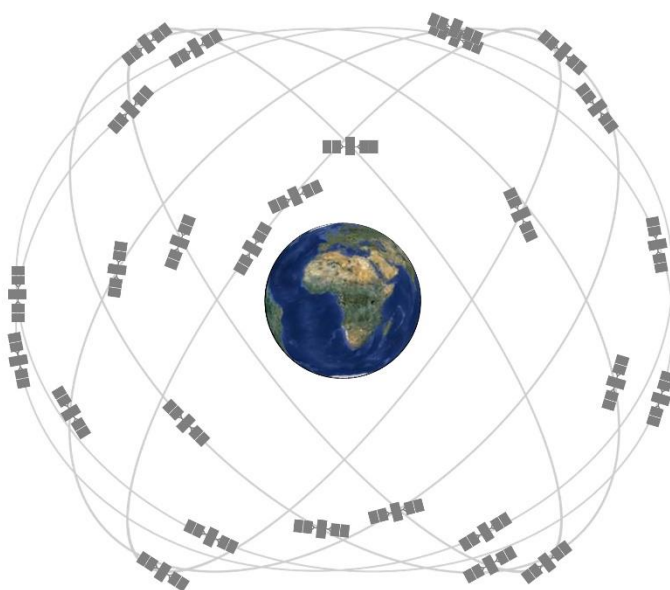
*Global Navigation Satellite System*, v preklade globálny navigačný satelitný systém, patrí medzi jeden z najmladších spôsobov určovania polohy bodov na Zemi.

Činnosť GNSS spočíva v určovaní polohy bodov na povrchu Zeme a na pohybujúcich sa objektoch, v určovaní rýchlosti pohybujúcich sa objektov a v meraní času. V družicových prijímačoch sa spracovávajú družicové signály a rekonštruujú ich nosné vlny, ktorých frekvencie sú zaťažené Dopplerovským posunom. [9]

Systém je tvorený tromi segmentami. Kozmickým, riadiacim a užívateľským.

##### **Kozmický segment**

Segment sa skladá z aktívnych družíc ktorých funkcia je generovať a vysielat' nosné frekvencie, kódy a navigačnú správu. Ku ich dôležitým súčastiam, okrem iných patria slnečné batérie, atómové hodiny a počítač. Družice sa pohybujú po mierne eliptických dráhach vo výške viac ako 20 000 km nad Zemou. Rovnomerné rozloženie družíc a ich výška, zaisťuje z každého miesta na Zemi, prijímať kedykoľvek rádiové signály nejmenej zo štyroch a spravidla z viacerých družíc. Prekážky v blízkosti družicových prijímačov však môžu narušiť alebo zamedziť zameraniu polohy bodov. [9]



*Obrázok č. 6 Schéma družíc GPS [10]*

### **Riadiaci segment**

Riadiaci (kontrolní) segment poostáva z troch častí: z hlavnej riadiacej stanice, z monitorovacích staníc a zo stanovišť pozemných antén. V hlavnej riadiacej stanice sa zhromažďujú dáta z monitorovacích staníc, vypočítavajú parametre dráh jednotlivých družíc a sledujú a synchronizujú ich palubné hodiny. Na každej stanici je presný časový normál (atómové hodiny) a prijímač pre nepretržité meranie tzv. pseudovzdialenosti k viditeľným družiciam. Úlohou riadiaceho segmentu je predávanie vypočítaných efemerid a parametrov družíc na všetky družice. Riadiaci segment kontroluje chod celého systému a vysiela dátové a korekčné správy jednotlivým družiciam. [9]

### **Užívateľský segment**

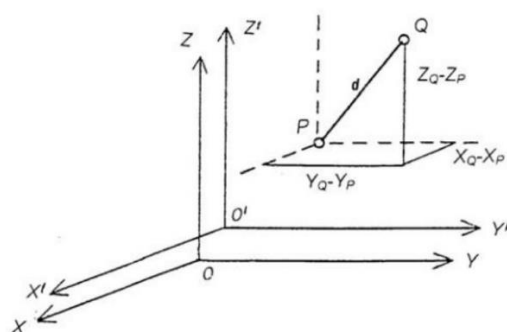
Užívateľský segment tvoria družicové prijímače rôznych typov, ktoré prijímajú signály z družíc, dekodujú ich a spracovávajú. Niektoré prijímače sú používané samostatne, iné sú súčasťou rôznych systémov. Signály prijímané z družíc slúžia k určeniu tranzitných časov a tým aj k výpočtu pseudovzdialenosti  $d_i$  medzi anténou prijímača a anténami družíc. Ďalej prenášajú informácie o družicových hodinách, dráhach



družíc (tzv. efemerid), o stave (kvalite) družíc a špecifické informácie pre vojenské aplikácie. K prenosu informácii je zvolená technológia tzv. rozprestretého spektra, ktorá umožňuje utajenie správ pre bežných užívateľov a zvyšuje odolnosť systému proti aktívnemu rušeniu. [9]

### 3.1.1. Určenie polohy bodu

Poloha bodov použitých v tejto práci bola získaná metódou merania fázových rozdielov, ktorá sa radí medzi metódy relatívne. Okrem tejto technológie poznáme aj metódy ako kódové merania, merania dopplerovských frekvencií alebo interferometrické merania dráh signálov ku dvom prijímačom.



Obrázok č. 7 Schéma relatívneho určenia polohy bodu [9]

Geometrický princíp metód je znázornený na obrázku č. 7. Pseudovzdialenosti  $d_i'$ , odvodené z fázových meraní minimálne ku štyrom rovnakým družiciam, sa meria simultánne aspoň z dvoch bodov P, Q. Dvojica prijímačov tvorí základňu, ktorej vektor  $d$  je v priestorovom súradnicovom systéme vyjadrený buď súradnicovými rozdielmi  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  alebo dĺžkou  $d$  a priestorovým orientovaným smerom  $\alpha$ . Kvalitné spôsoby určenia relatívnej polohy bodov dosahujú vysoké presnosti. Metóda s meraním fázových rozdielov býva pri kinematickom meraní polohy bodov tiež označovaná skratkou RTK (Real-Time kinematic). [9]

### **3.1.2. RTK**

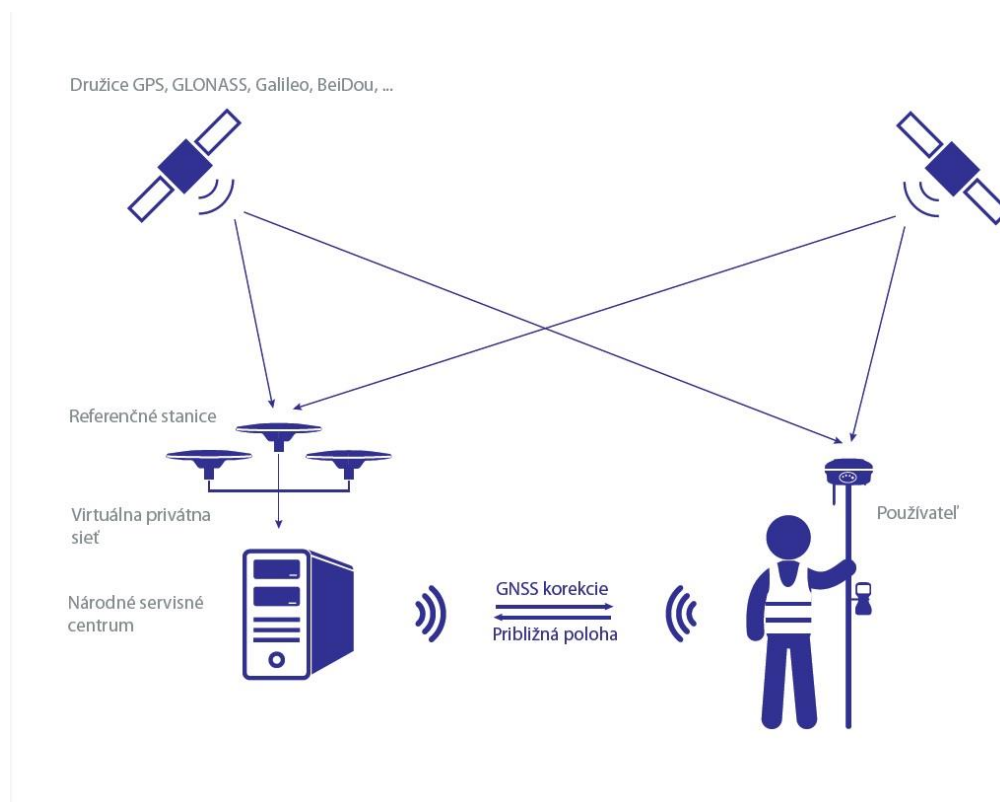
Kinematická metóda v reálnom čase vyžaduje prístrojové vybavenie pozostávajúce z jedného referenčného nepohybujúceho sa prijímača označovaného aj ako báza a druhého pohybujúceho sa prijímača označovaného aj ako rover. [11]

V súčasnej dobe je metóda RTK najpoužívanejšou metódou pre určenie priestorovej polohy bodu s využitím družicových technológií. Jej hromadné nasadenie v geodetickej praxi umožnila vznik až niekoľkých sietí permanentných staníc, ako napríklad SKPOS alebo CZEPOS, ktorých prevádzkovatelia poskytujú služby svojim užívateľom práve v podobe korekcií, distribuovaných protokolom NTRIP (pomocné mobilné pripojenie k internetu). Proces určenia korekcií je pre užívateľov skrytý a prebieha na strane prevádzkovateľa. Užívateľ tak získava iba výsledný produkt tejto procedúry spracovania merania zo siete referenčných staníc a výpočtu individuálneho alebo sieťového riešenia. Užívateľ tak prakticky nemá možnosť ovplyvniť presnosť súradníc získaných metódou RTK a musí sa spoliehať na odhad presnosti, ktorý poskytuje aparátúra. [12]

### **3.1.3. SKPOS**

Slovenská priestorová observačná služba (SKPOS®) je multifunkčný nástroj na presné určovanie polohy objektov a javov pomocou globálnych navigačných družicových systémov. SKPOS pozostáva zo siete permanentných referenčných staníc GNSS pripojených pomocou privátnej virtuálnej siete do Národného servisného centra nachádzajúceho sa na Geodetickom a kartografickom ústave v Bratislave. Národné servisné centrum je vybavené riadiacim softvérom služby, ktorý spravuje namerané družicové observácie zo siete permanentných referenčných staníc a zároveň generuje tzv. sieťové korekcie pre používateľov využívajúcich službu v reálnom čase a údaje slúžiace na dodatočné spracovanie pre používateľov vybavených postprocesingovým softvérom. [11]

Infraštruktúra SKPOS pozostáva z troch základných segmentov: sieť permanentných staníc, národné servisné centrum a virtuálna privátna sieť. Permanentné stanice sú rovnomerne rozložené po celom území Slovenska. Dáta zo staníc sú odosielané v reálnom čase prostredníctvom virtuálnej privátnej siete do Národného servisného centra, kde sa zhromažďujú a pomocou pokročilých algoritmov sú použité na generovanie diferenciálnych korekcií. Tie sú poskytované používateľovi s cieľom zvýšiť presnosť merania GNSS v reálnom čase na 2 až 4 cm. [11]



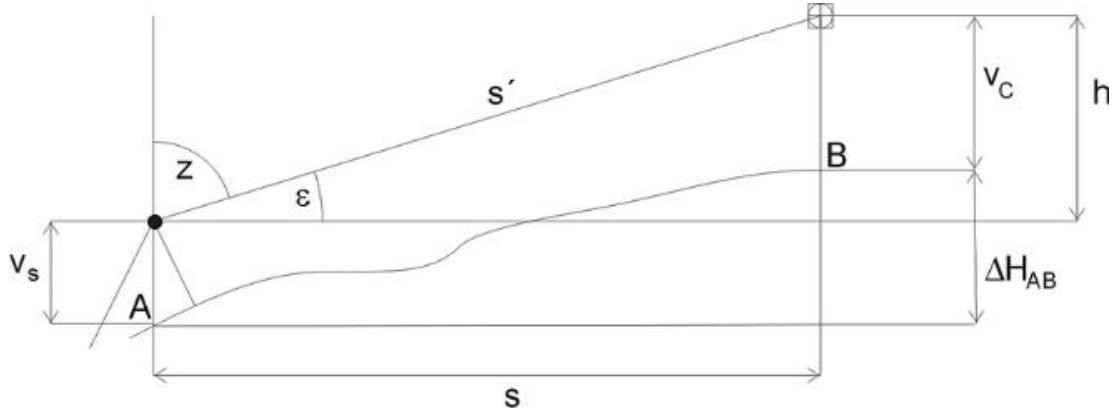
Obrázok č. 8 Schéma využívania RTK [11]

### 3.2. Tachymetria

Tachymetria je v súčasnosti najrýchlejšou a najpoužívannejšou technológiou pre meranie výškopisu a polohopisu. Samotný názov tachymetria znamená rýchle meranie.

Pri tachymetrii určujeme zo stanoviska súčasne polohu aj výšku podrobného bodu. Poloha sa určuje pomocou meraných polárnych súradníc, horizontálneho uhlu a horizontálnej dĺžky. Výška podrobných bodov sa určuje trigonometricky, pomocou meraného zenitového uhlu a šikmej dĺžky.

$$H_B = H_A + v_s + s' \cdot \cotg z - v_c$$



Obrázok č. 9 Trigonometrické určenie výšky [13]

Poznáme viacej tachymetrických technológií. V minulosti sa používala najmä nitková tachymetria. Pre vyhotovenie zadanej mapy bola použitá tachymetria s použitím elektronického diaľkomeru.

### 3.2.1. Meranie dĺžok

Modul pre meranie dĺžok pracuje v infračervenej oblasti elektromagnetického spektra, to znamená že vysiela infračervené lúče. Odrazený lúč je prijímaný totálnou stanicou a pomocou porovnávacieho procesu je stanovené fázové omeškanie medzi vysielačným a prijímaným signálom. Mikroprocesor zabudovaný v totálnej stanici následne určí fázový posun. Na základe tohoto posunu stanoví prístroj hodnotu vzdialenosti. [14]

### 3.2.2. Znázornenie výškopisu

Výškopis je súčasťou väčšiny účelových máp.

Pri podrobnom meraní výškopisu je treba striktne dodržiavať hlavnú zásadu: zemský povrch - terén - idealizujeme. To znamená, že členitý povrch nahradzujeme zidealizovanými topografickými plochami. Vždy starostlivo zvažujeme mierku vytváranej mapy a s ňou úzko súvisiacu hustotu podrobných výškových bodov (generalizujeme). O určení polohy podrobného bodu výškopisu v teréne rozhoduje svojím citom mapér. [13]

### **Výškové kóty**

Výškové kóty poskytujú presnú a okamžitú informáciu o výške terénu v meranom bode. Využívajú sa kóty absolútne a relatívne. Absolútna kóta bodu je zvislá vzdialenosť medzi skutočným horizontom bodu a príslušnou nulovou hladinovou plochou. Relatívna výška (relatívne prevýšenie dvoch bodov), je zvislá vzdialenosť skutočných horizontov týchto dvoch bodov. Nazývame ju tiež výškový rozdiel. Kóty umiestňujeme na významné body terénu. Nevýhoda výškových kót je, že neumožňujú vytvorenie úplnej predstavy o terénnom reliéfe. [13]



## 4.2. Rekognoskácia bodového poľa

Na webovej stránke <https://zbgis.skgeodesy.sk/> pomocou aplikácie, Mapový klient ZBGIS, bolo zistené, že bodové pole v okolí lokality nie je dostatočné pre pripojenie.

V blízkom okolí sa nachádza iba jeden polohový bod, a to bod Štátnej trigonometrickej siete, číslo 4620-30. Dátum poslednej údržby na bode je uvedený ako 1.1.1979. Výškové bodové pole v okolí lokality je početnejšie a preto bolo možné sa na toto bodové pole pripojiť.

## 4.3. Voľba prístrojov a pomôcok

Meračské práce boli vykonávané za pomoci GNSS aparatury, pásma, prípadne metra a totálnej stanice so statívom a s odrazím hranolom upevneným na tyči. Boli použité dva typy totálnej stanice.

- GNSS aparatura: Trimble R6 – model 4, kontrolér Trimble TSC3



Obrázok č. 11 Aparatúra GNSS [15]

- totálna stanica Topcon GPT - 3003N



*Obrázok č. 12 Totálna stanica Topcon GPT - 3003N [16]*

Stredná chyba smeru	10 <sup>cc</sup>
Stredná chyba dĺžky	3 mm + 2 ppm
Dosah diaľkomeru	3000 m
Minimálne zaostrenie	1,3 m
Zväčšenie ďalekohľadu	30x

*Tabuľka č. 1 Parametre totálnej stanice Topcon*



- totálna stanica Trimble S3, kontroler Trimble TSC2

Stredná chyba smeru	6 <sup>cc</sup>
Stredná chyba dĺžky	2 mm + 2 ppm
Dosah diaľkomeru	5000 m
Minimálne zaostrenie	1,5 m
Zväčšenie ďalekohľadu	30x

*Tabuľka č. 2 Parametre totálnej stanice Trimble*



*Obrázok č. 13 Totálna stanica Trimble S3, kontrolér Trimble TSC2 [15]*

## 5. MERAČSKÉ PRÁCE

### 5.1. Tvorba pomocnej meračskej siete

Z dôvodu neexistencie použiteľného, polohového bodového poľa, v blízkom okolí mapovaného územia, bolo nutné vybudovať pomocné meračské body, priamo v lokalite, technológiou GNSS. Stabilizovaných a určených bolo 11 bodov, 5001 až 5011. Body boli rozvrhnuté aby približne tvorili štvorcovú sieť. Boli umiestnené tak, aby sa nachádzali iba na parcelách, doposiaľ patriacich právnickej osobe NETURE BAU spol s.r.o. Neskôr vysvitlo, že bod 5007 bol umiestnený na už predanej parcele a bol zasypaný stavebnou suťou. Preto nebol bod 5007 vôbec použitý ani ako stanovisko, ani ako orientácia. Body boli stabilizované v zemi zabetónovanými roxormi a označené štítkom na ktorom bolo napísané číslo bodu a jeho súradnice a chránené vybudovanou ohradou z drevených kolov a lát. Okrem toho že body slúžili ako pomocné meračské body pre zameranie lokality, ešte vždy slúžia aj pre vytyčovanie stavieb, vytyčovaných Ing. Matejom Rehákom a realizovaných spoločnosťou NETURE BAU spol s.r.o. Body boli stabilizované s pomocou Ing. Reháka. Body boli merané 2 krát v tom istom dni. Časový interval medzi prvým a druhým meraním bol jedna až dve hodiny, z dôvodu, aby merania prebiehali pri rôznych konfiguráciách kozmického segmentu. Zakaždým bola dĺžka merania aspoň 30 epoch.



*Obrázok č. 14 Pomocný meračský bod*



*Obrázok č. 15 Ukážka stabilizácie pomocného meračského bodu*

Body 5001 až 5011 slúžili iba ako orientácie, pre určenie polohy voľných stanovísk, z ktorých bolo následne doplňované pomocné bodové pole o body určené rajónom. Tieto body, 5020 až 5040 boli stabilizované buď pomocou nastreľovacích klincov, ktoré boli umiestňované do asfaltu alebo do škár v dlažbe. Takto stabilizované body slúžili aj ako stanoviska alebo ako orientácie. Ďalej boli body stabilizované za pomoci odrazných štítkov, ktoré boli umiestňované prevažne na stĺpy verejného osvetlenia. Tieto slúžili pochopiteľne iba ako orientácie.



číslo	Y	X	Z
5001	489081.24	1199793.81	234.54
5002	489059.15	1199715.79	234.77
5003	489043.81	1199623.64	235.03
5004	489144.29	1199556.23	235.11
5005	489195.65	1199614.75	236.22
5006	489237.61	1199686.11	235.58
5007	489184.82	1199779.99	234.22
5008	489207.40	1199667.99	235.71
5009	489292.24	1199648.65	235.56
5010	489157.16	1199711.53	235.07
5011	489110.02	1199699.87	235.26

*Tabuľka č. 3 Body určené technológiou GNSS*

Snahou bolo určiť čo najviac ďalších pomocných meračských bodov z čo najmenej stanovísk. Pridržiaval som sa zásady, že bodov pomocného bodového poľa nie je nikdy dosť, pre vyhnutie sa prípadným problémom s viditeľnosťou na dostatočný počet orientácií. Reflexné štítky budú po skončení ich používania Ing. Rehákom pre jeho potreby, odstránené. Rovnako budú zničené aj body stabilizované roxormi. Počas doby vykonávania meračských prác boli zničené aj body 5031, 5032, 5033, 5039.



*Obrázok č. 16 Ukážka stabilizácie pomocného meračského bodu*

### 5.1.1. Overenie výšok

Pri pretínaní sa na body určené metódou GNSS, boli odchýlky v súradnici Z, rádovo centimeter. To znamená, že body medzi sebou výškovo sedeli. Avšak, keďže celé meranie výškovo vychádza z bodov určených za pomoci družicových meraní, bolo nutné overiť, či tieto výšky korešpondujú s výškovým systémom Balt po vyrovnaní.

Overenie prebehlo metódou trigonometrickej nivelácie, za pomoci totálnej stanice Trimble S3 a príslušenstva. Niveláčny ťah bol vedený z bodu Štátnej niveláčnej siete, s označením GZD – 541. Ťah viedol cez bod 5008 a skončil na bode GZD – 538. Celý ťah mal dĺžku takmer 1800 metrov. Keďže ani jedna zo zámer nepresiahla dĺžku sto metrov, nebolo nutné zavádzať korekcie zo zakrivenia Zeme a korekcie z ratifikácie. Rozdiel medzi výškou na bode 5008, určenou z nivelácie a výškou z GNSS merania, bol jeden centimeter. Nivelácia slúžila iba pre overenie a pre výpočty výšok podrobných bodov boli použité výšky z GNSS meraní.

Číslo	Výška určená technológiou GNSS	Výška určená trigonometricky	Rozdiel $ \Delta H $
5008	235,56	235,57	0,01

*Tabuľka č. 4 Porovnanie výšok*

## 5.2. Meranie podrobných bodov



*Obrázok č. 17 Podrobné meranie*

Podrobné meranie prebiehalo na jeseň v roku 2015 a na jar v roku 2016. Z dôvodu výstavby, bolo nutné s meraním v niektorých oblastiach počkať, až do jarých mesiacov. Jednotlivé podrobné body boli merané za pomoci totálnej stanice alebo pásma. Drvivá väčšina bodov bola merania polárnou metódou. Niektoré body však boli merané aj za pomoci ortogonálnej metódy alebo konštrukčných odmerných.

Pred každým meraním bolo vykonané nastavenie všetkých dôležitých informácií a funkcií v totálnej stanici. Predovšetkým to bolo zavedenie fyzikálnych korekcií z teploty a tlaku. Ďalej nastavenie konštanty hranolu, podľa hodnôt uvádzaných výrobcom hranolu, nastavenie počtu vykonaných meraní a iné.

Z každého stanoviska bol kontrolne zmeraný minimálne jeden bod, určený aj z iného stanoviska. Odchýlky sú uvedené v protokole o výpočte.

Podrobné body boli merané v takej minimálnej vzdialenosti, aby od seba v mape neboli vzdialené viac ako 3 cm, čo v mierke mapy 1:1000 predstavuje 30 metrov.



*Obrázok č. 18 Dlhé Diely*



*Obrázok č. 19 Oblasť budúcej príjazdovej cesty*

## **6. SPRACOVANIE MERANIA**

Čo sa spracovania nameraných dát týka, tak mojou snahou bolo aby ku spracovaniu došlo bezprostredne po vykonaní meračských prác v teréne, respektíve v čo najbližšej možnej budúcnosti. Ako prvé bolo nutné dáta stiahnuť. Pri použití totálnej stanice Topcon 3003N bol pre stiahnutie dát využitý softvér Geoman. V softvéri bolo možné rovno zavádzať korekcie. Rovnako to však bolo možné aj neskôr v použitom výpočtovom softvéri Groma. Výsledným stiahnutým súborom bol zápisník merania s príponou .zap. Korekcie je však nutné zaviesť iba raz.

Pri použití totálnej stanice značky Trmble, boli najskôr dáta, bezprostredne po meraní, za pomoci kontroléru exportované ako súbor, zápisník merania, vo formáte s príponou .sdr. Takto vyexportovaný zápisník bol do počítača stiahnutý prostredníctvom programu Windows Mobile Device Cente.

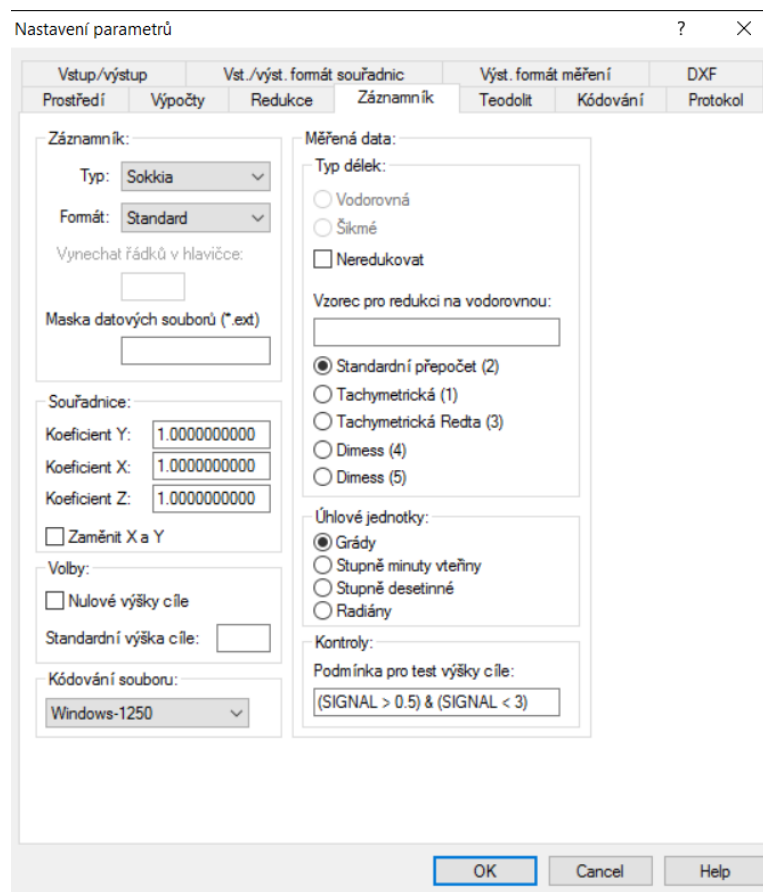
### **6.1. Číslovanie bodov**

Celé číslo bodu, má na Slovensku 16 miest a nasledovný tvar. Prvých 6 miest tvorí číslo katastrálneho územia, potom nasledujú 2 čísla, označované ako pracovné číslo obce. Potom štvormiestne číslo záznamu podrobného merania zmien, respektíve meračského náčrtu a napokon vlastné číslo bodu, ktoré má rovnako štyri miesta. V praxi sa však používa desaťmiestne číslo, v ktorom sa neuvádza číslo katastrálneho územia. Pracovné číslo Novej Dubnice je 19.

### **6.2. Výpočtové práce**

Všetky výpočtové práce boli vykonávané v geodetickom softvéri GROMA v.11.0. Po úspešnom stiahnutí meračských zápisníkov bolo ešte pred ich otvorením v programe Groma nutné nastaviť typ otváraného zápisníku. V prípade zápisníku vygenerovaného totálnu stanicou Topcon to bol typ MAPA2. V prípade zápisníku získaného z prístroja značky Trmble, išlo o typ Sokkia.





Obrázok č. 20 Ukážka nastavenia programu Groma

Pred samotnými výpočtami bolo vykonané ďalšie nastavenie v programe. Bol zablokovaný výpočet výšok pri súradniciach meraných na cieľ s výškou 0. Ďalej bol nastavený počet desatinných miest pre uhly a dĺžky a korekcie z kartografického zobrazenia a nadmorskej výšky, ak tak nebolo vykonané pri sťahovaní dát. Pre určenie súradníc pomocných meračských stanovísk bola použitá možnosť výpočtu polárnou metódou alebo voľného stanoviska. Ostatné podrobné body boli určené zväčša polárnou metódou, prípadne metódou konštrukčných odmerných. V prípade výpočtu kontrolne meraných podrobných bodov, bolo nastavené aby bol v zozname súradníc ponechaný pôvodne meraný bod. Výsledné súradnice boli ukladané do novovytvorených zoznamov súradníc. Jeden zvlášť pre pomocné meračské body a druhý pre podrobné body. Zoznam súradníc ma formu textového súboru .txt. Niektoré súradnice, napríklad súradnice bodov vstupov do objektu prešli ešte výpočtom pre vyrovnanie bodov do priamky.

### 6.2.1 Testovanie presnosti

To, či presnosť meraných bodov vyhovuje stanoveným kritériám 3. triedy presnosti podľa zvolenej normy ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy.*, je nutné overiť procesom, ktorý nazývame testovanie presnosti. Toto testovanie je možné vyhotoviť, na základe kontrolného zamerania, v teréne jednoznačne identifikovateľných, podrobných bodov, ktoré už raz boli určené z iného stanoviska. Počas mapovania bolo polohovo kontrolne zameraných 78 podrobných bodov. Z toho výškovo bolo kontrolne zameraných 59 podrobných bodov.

Pri teste sa overuje štatistická hypotéza, na hladine významovosti  $\alpha = 5\%$ . Kontrolne merané podrobné body boli volené tak, aby boli jednoznačne identifikovateľné, tvorili reprezentatívny výber, boli rozmiestnené po celom území a nenachádzali sa v tesnej blízkosti bodov pomocnej meračskej siete. [17]

#### 6.2.1.1 Testovanie presnosti polohy

K testovaniu presnosti súradníc Y, X podrobných bodov sa vypočítajú pre body výberu rozdiely súradníc:

$$\Delta Y = Y_m - Y_k \quad \Delta X = X_m - X_k$$

kde  $Y_m$  a  $X_m$  sú výsledné súradnice podrobného bodu polohopisu a  $Y_k$  a  $X_k$  sú súradnice toho istého bodu z kontrolného merania.

Dosiahnutie stanovenej presnosti sa testuje pomocou výberovej strednej súradnicovej chyby  $s_{x,y}$ , ktorá je daná vzťahom:

$$s_{x,y} = \sqrt{0,5(s_x^2 + s_y^2)}$$

Stredné výberové chyby súradníc  $s_x$  a  $s_y$  sú určené pomocou vzťahov:

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta x_i^2} \quad s_y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta y_i^2}$$

kde  $N$  reprezentuje výberový súbor, a hodnota koeficientu  $k$  sa rovná 2, ak má kontrolné určenie bodu rovnakú presnosť ako pôvodná metóda určenia polohy.

Presnosť určenia súradníc sa pokladá za vyhovujúcu, keď:

1. polohové odchýlky  $\Delta p$  vypočítané zo vzťahu:

$$\Delta p = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

vyhovujú kritériu  $|\Delta p| = 1,7 \cdot u_{x,y}$

2. je prijatá štatistická hypotéza, že výber zodpovedá stanovenej triede presnosti. To znamená, že výberová stredná súradnicová chyba  $s_{x,y}$ , vyhovuje kritériu:

$$s_{x,y} \leq \omega_{2N} \cdot u_{x,y}$$

kde  $u_{x,y}$  je podľa zvolenej 3. triedy presnosti, rovné hodnote 0,14 m.

Koeficient  $\omega_{2N}$  má pri voľbe významnosti  $\alpha = 5\%$  hodnotu  $\omega_{2N} = 1,10$  pre výber s rozsahom  $31 \leq N \leq 300$ . [17] [19]

### 6.2.1.. Testovanie presnosti výšok

K testovaniu presnosti výšok podrobných bodov sa pre body výberu vypočítajú rozdiely výšok:

$$|\Delta H| = H_m - H_k$$

kde  $H_m$  je výška podrobného bodu výškopisu a  $H_k$  je výška toho istého bodu z kontrolného určenia. Dosiahnutie stanovenej presnosti sa testuje pomocou výberovej strednej výškovej chyby  $s_H$  vypočítanej podľa vzťahu:

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta H_i^2}$$

Hodnota koeficientu  $k$  vo vzorci sa rovná 2, ak má kontrolné určenie bodu rovnakú presnosť ako pôvodná metóda určenia výšky.

Presnosť určenia výšky sa pokladá za vyhovujúcu, keď:

1. hodnoty rozdielu výšok  $\Delta H$  vypočítaných podľa vzorca uvedeného vyššie vyhovujú kritériu:

$$|\Delta H| \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k}$$

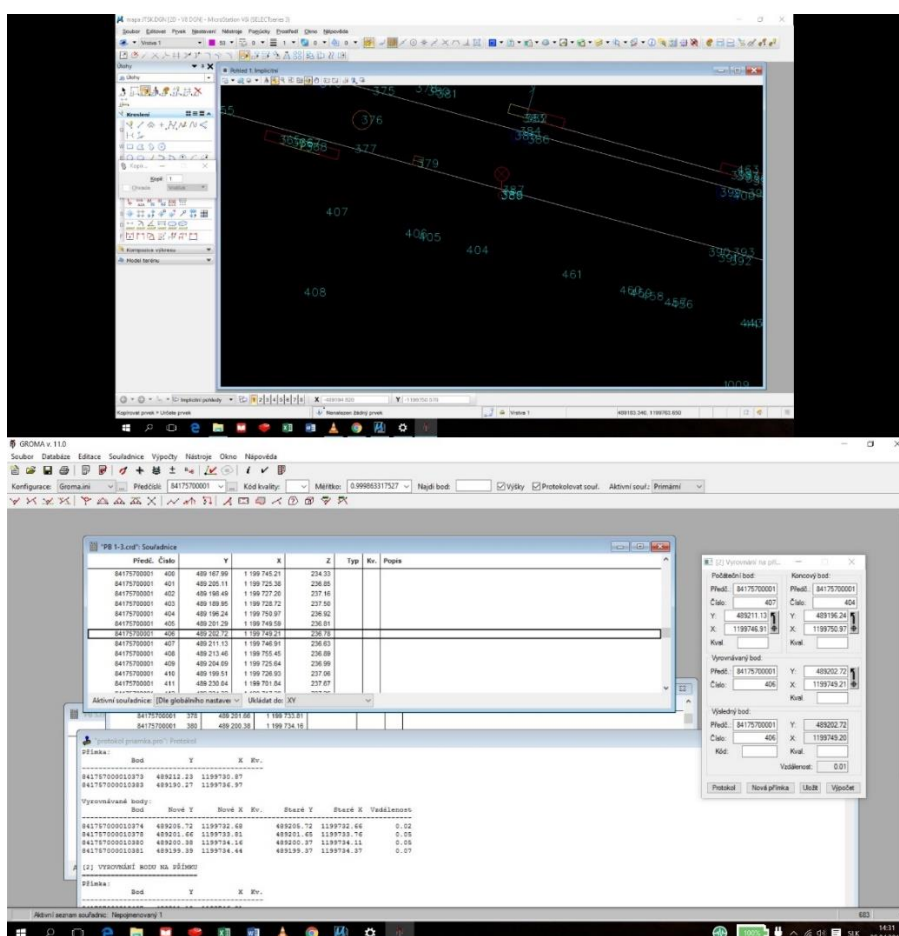
2. je prijatá štatistická hypotéza, že výber zodpovedá stanovenej triede presnosti. To znamená, že výberová stredná výšková chyba  $s_H$ , vyhovuje kritériu pre spevnený povrch:

$$s_H \leq \omega_N \cdot u_H$$

kde  $u_H$  je podľa zvolenej 3. triedy presnosti, rovné hodnote 0,12 m.  
Koeficient  $\omega_{2N}$  má pri voľbe významnosti  $\alpha = 5\%$  hodnotu  $\omega_{2N} = 1,15$   
pre výber s rozsahom  $35 \leq N \leq 60$ . [17] [19]

### 6.3. Tvorba mapy

Hlavná príloha tejto práce je účelová mapa v mierke 1:1000. Vyhотовená bola v programe Microstation V8i od firmy Bentley. Pomocou aplikácie Groma boli do výkresu naimportované podrobné body. Každý jeden podrobný bod bol pri meraní označený kódom. Na základe týchto kódov a vyhotovených fotografií bolo možné vyhotoviť kompletnú kresbu. Meračský náčrt teda nebolo nutné vyhotovovať. Toto riešenie považujem za jednoduchšie. Celá kresba bola vyhotovená podľa tabuľky atribútov *Pokyny pro tvorbu účelové mapy*, ktorú vyhotovil Ing. Petr Kalvoda, Ph.D. Niektoré atribúty boli z dôvodu prehľadnosti pozmenené.



Obrázok č. 21 Ukážka komunikácie použitých softvérov

Výškopis bol znázornený pomocou absolútnych výškových kót a v mieste plánovania príjazdovej cesty k lokalite Dlhé diely aj pomocou relatívnych výškových kót. Niektoré kóty boli umiestnené do netlačenej vrstvy z dôvodu zachovania prehľadnosti mapy. Rovnako z tohoto dôvodu boli zmenené aj veľkosti niektorých značiek. Značky boli zmenšené maximálne o jednu tretinu, podľa normy ČSN 01 3411 *Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*. [18]

Domy v lokalite nie sú označené popisnými ani evidenčnými číslami, pretože im doposiaľ neboli pridelené. Rovnako ani uliciam neboli pridelené oficiálne názvy.

Mapa ešte obsahuje popisovú tabuľku, krížiky hektometrickej siete, zobrazenie kladu mapových listov, smerovú ružicu orientovanú na sever a legendu.

## 7. ZÁVER

Účelom tejto bakalárskej práce bolo vyhotovenie účelovej mapy, v mierke 1:1000, obsahujúcej polohopis aj výškopis časti ulice Topoľová a časti novovybudovanej obytnej štvrti Dlhé Diely, nachádzajúcej sa v meste Nová Dubnica. Výsledná mapa bola vyhotovená z časti ako dokumentácia skutočného prevedenia stavby a súčasne ako zameranie skutočného stavu pre účely projektu novej príjazdovej komunikácie. Elaborát je vyhotovený pre Ing. Mateja Reháka, projektanta a konateľa spoločnosti NETURE BAU spol. s r. o. Mapa je vyhotovená v 3. triede presnosti podľa ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy.*

Pre potreby podrobného merania bola najskôr vytvorená sieť jedenástich pomocných meračských bodov technológiou GNSS. Táto sieť bola následne metódou rajónu doplnená o ďalšie body, ktoré spolu s bodmi vyhotovenými technológiou GNSS tvorili pomocnú meračskú sieť. Súradnice bodov sú určené v sieti S – JTSK a výšky v systéme Bpv. Výšky boli overené nivelačným ťahom pripojeným na Štátnu nivelačnú sieť.

Výpočtové operácie boli realizované v programe Groma v. 11. Kresba mapy bola vyhotovená v programe Microstation V8i.

## 8. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

[1] *Katasterportal* [online]. 2016. Dostupné z:

<https://www.katasterportal.sk/kapor/>

[2] *ŠTATISTICKÝ ÚRAD SLOVENSKEJ REPUBLIKY* [online]. 2016. Dostupné z:

<https://slovak.statistics.sk/>

[3] *MAPOVÝ KLIENT ZBGIS®* [online]. 2016. Dostupné z:

<https://zbgis.skgeodesy.sk/tkgis/default.aspx>

[4] *tuul* [online]. 2016. Dostupné z:

<https://tuul.sk/modal-prehrat-material/?id=100438&hide=>

[5] PhDr. Marián Kvasnička a kol. :*MESTO NOVÁ DUBNICA (1957 – 2007)*.

Trenčín. Q – EX, a. s., 2007, 220 s., ISBN 978 – 80 – 969780 – 2 – 1

[6] [fotografia] Michal Bukovčák

[7] *Dlhé diely - Nová Dubnica* [online]. 2016. Dostupné z:

<http://www.dlhedielynovadubnica.sk/>

[8] *Mapy Google* [online]. 2016. Dostupné z: <https://www.google.sk/maps/>

[9] Nevosád Z., Vitásek J.: *Geodézie III*. Brno. Akademické nakladatelství Cerm, 2005.

[10] *Official U.S. Government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics* [online]. 2016. Dostupné z:

<http://www.gps.gov/multimedia/images/constellation.jpg>



- [11] *SKOPOS - Slovenská priestorová observačná služba* [online]. 2016. Dostupné z: <http://skpos.gku.sk/>
- [12] Volařík, T., Kuruc. M.: Opakovatelnost určení prostorové polohy metodou RTK. Seminář s mezinárodní účastí, GNSS v geodetické praxi, Sborník referátů. Brno: ECON publishing, s.r.o., 2011. s. 64-71. ISBN: 978-80-86433-52- 3.
- [13] Fišer Z., Vondrák J. a kol. : Mapování. Brno. Akademické nakladatelství Cerm, 2006, 146 s., ISBN 80 – 7204 – 472 – 9
- [14] Trimble 5500 DR Standart. Uživatelská příručka. GEOTRONICS Praha s. r. o. 2003, 34 s.
- [15] *Geotronics Slovakia* [online]. 2016. Dostupné z: <http://www.geotronics.sk/>
- [16] *Totální stanice Topcon* [online]. 2016. Dostupné z: [http://www.geoserver.cz/zbozi\\_files/313/totalni-stanice-topcon-GPT3000LN.pdf](http://www.geoserver.cz/zbozi_files/313/totalni-stanice-topcon-GPT3000LN.pdf)
- [17] ČSN 01 3401. *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Vydavatelství norem Praha, 1990.
- [18] ČSN 01 3411. *Mapy velkých měřítek. Kreslení a ynačky*. Vydavatelství norem Praha, 1990.
- [19] Kalvoda P., Pokyn pro tvorbu účelové mapy. Brno. 2013.

## **9. ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK**

S-JTSK – Systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej

Bpv – Balt po vyrovnání

GNSS – Global Navigation Satellite System

RTK – Real Time Kinematic

CZEPOS – Česká síť permanentních stanic pro určování polohy

SKPOS – Slovenská priestorová observačná služba

NTRIP – Network Transport of RTCM data over IP

RTCM – The Radio Technical Commission for Maritime Services

IP – Internet Protocol

ČSN – Česká technická norma

## 10. ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK

### 10.1. Zoznam obrázkov

Obrázok č. 1 Poloha Novej Dubnice [3].....	12
Obrázok č. 2 Návrh J. Krohu [4].....	12
Obrázok č. 3 Nová Dubnica dnes [6].....	13
Obrázok č. 4 Mapovaná časť Dlhých Dielov [8] .....	14
Obrázok č. 5 Plán výstavby [7] .....	14
Obrázok č. 6 Schéma družíc GPS [10].....	16
Obrázok č. 7 Schéma relatívneho určenia polohy bodu [9].....	17
Obrázok č. 8 Schéma využívania RTK [11].....	19
Obrázok č. 9 Trigonometrické určenie výšky [13]. .....	20
Obrázok č. 10 Náhľad na polohové bodové pole. [3].....	22
Obrázok č. 11 Aparatúra GNSS [15].....	23
Obrázok č. 12 Totálna stanica Topcon GPT - 3003N [16].....	24
Obrázok č. 13 Totálna stanica Trimble S3, kontrolér Trimble TSC2 [15].....	25
Obrázok č. 14 Pomocný meračský bod. ....	26
Obrázok č. 15 Ukážka stabilizácie pomocného meračského bodu. ....	27
Obrázok č. 16 Ukážka stabilizácie pomocného meračského bodu. ....	28
Obrázok č. 17 Podrobné meranie.....	30
Obrázok č. 18 Dlhé Diely. ....	31
Obrázok č. 19 Oblasť budúcej príjazdovej cesty. ....	31
Obrázok č. 20 Ukážka nastavenia programu Groma. ....	33
Obrázok č. 21 Ukážka komunikácie použitých softvérov. ....	37

## **10.2. Zoznam tabuliek**

Tabuľka č. 1 Parametre totálnej stanice Topcon.....	24
Tabuľka č. 2 Parametre totálnej stanice Trimble.....	25
Tabuľka č. 3 Body určené technológiou GNSS.....	28
Tabuľka č. 4 Porovnanie výšok .....	29

## **11. ZOZNAM PRÍLOH**

Príloha č. 1 Zápisník merania (digitálne)

Príloha č. 2 Protokol o výpočte (digitálne)

Príloha č. 3 Protokol GNSS merania (digitálne)

Príloha č. 4.1 Zoznam súradníc podrobných bodov (digitálne)

Príloha č. 4.2 Zoznam súradníc bodov pomocnej meračskej siete (digitálne)

Príloha č. 5 Zápisník trigonometrickej nivelácie (digitálne)

Príloha č. 6 Tabuľka použitých kódov (digitálne)

Príloha č. 7 Prehľadný náčrt bodov pomocnej meračskej siete (digitálne, papierovo)

Príloha č. 8 Tabuľka použitých atribútov (digitálne)

Príloha č. 9 Geodetické údaje o bodoch pomocnej meračskej siete (digitálne, papierovo)

Príloha č. 10.1 Testovanie presnosti polohy (digitálne)

Príloha č. 10.2 Testovanie presnosti výšok (digitálne)

Príloha č. 11 Účelová mapa (digitálne, papierovo)